



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de un sistema de refrigeración para mejorar la conservación
de mango en la empresa Tongorrape -Lambayeque”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Díaz Vargas Ronal (ORCID: 0000-0002-2542-7321)

ASESOR:

Mgtr. Celada Padilla James Skinner (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseños de sistemas electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

Ronal

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la vida, salud y fortaleza para seguir superándome en mi vida profesional adquiriendo nuevos conocimientos para aplicarlos en favor del desarrollo de nuestra sociedad y de nuestro País.

Un agradecimiento muy especial a mi madre y padre que siempre me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar mis objetivos en mi etapa de formación profesional.

Quisiera agradecer también a mi hermano que con su apoyo constante he logrado cumplir un objetivo más en mi vida.

Ronal

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población y Muestra	12
3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	12
3.5. Métodos de análisis de datos	14
3.6. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	15
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS	31

Índice de tablas

Tabla 01: <i>Estudio</i>	10
Tabla 02: <i>Variables y operacionalización</i>	11
Tabla 03: <i>Técnicas de recolección de datos</i>	12
Tabla 04: <i>Proyección de la producción por producto</i>	16
Tabla 05: <i>Crecimiento de la producción (Promedio mensual x Año)</i>	23
Tabla 06: <i>Proyección de la producción (Promedio mensual x Año)</i>	24
Tabla 07: <i>Ingreso bruto mensual por producción S/.</i>	24
Tabla 08: <i>Egresos</i>	24
Tabla 09: <i>Evaluación económica del proyecto</i>	25
Tabla 10: <i>Análisis de VAN y TIR</i>	25

Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Diagrama de un sistema de refrigeración y bomba de calor	7
<i>Figura 02:</i> Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.....	7
<i>Figura 03:</i> Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de refrigeración por compresión de vapor.....	8
<i>Figura 04:</i> Niveles de producción de mango por mes en los últimos 5 años.....	15
<i>Figura 05:</i> Evolución de producción de mango por mes dentro de la empresa Tongorrape.....	16
<i>Figura 06:</i> Proyección de crecimiento de producción de mango en la empresa Tongorrape al 2024 Fuente: Elaboración propia	17
<i>Figura 07:</i> Área de las paredes y techo sin aislante.....	18
<i>Figura 08:</i> El área de las paredes y techo con aislante.....	19
<i>Figura 09:</i> Pared sin aislamiento	19
<i>Figura 10:</i> Volumen interior de la cámara	21

Resumen

Tongorrape es una empresa Lambayecana dedicada a la elaboración y comercialización de productos derivados del mango, entre los principales problemas que afronta la empresa, en relación a su producción están: La demanda de sus productos se ha incrementado, pero la satisfacción de ésta se ha visto restringida debido a que sus niveles de producción se han mantenido constantes, pues; no puede incrementar la capacidad de conservación de la materia prima que es el mango. La capacidad de almacenamiento de sus equipos de refrigeración es reducida y no permiten comprobar las condiciones de conservación de los productos para lo cual se tiene como objetivo general diseñar un sistema de refrigeración para mejorar la conservación de mango en la Empresa Tongorrape, llegando a evidenciar que la producción mensual de mango va en aumento desde los inicios, para lo cual tenemos que en el año 2012 la producción mensual de mango fue de 1100 kg y en el 2018 se tiene una producción total de 3000 kg mensuales, en tal sentido se determinaron los parámetros de diseño para el sistema de refrigeración teniendo para esto un costo total de la inversión para implementar la cámara de refrigeración será de S/. 29, 553.00 soles.

Palabras clave: Sistema de refrigeración, conservación de mango, congeladoras, capacidad de almacenamiento.

Abstract

Tongorrape is a Lambayecana company dedicated to the elaboration and commercialization of products derived from mango, among the main problems faced by the company, in relation to its production are: The demand for its products has increased, but its satisfaction has been seen restricted because its production levels have remained constant, therefore; it cannot increase the preservation capacity of the raw material that is mango. The storage capacity of its refrigeration equipment is reduced and it does not allow to check the conservation conditions of the products, for which the general objective is to design a refrigeration system to improve the conservation of mangoes in the Tongorrape Company, showing that the monthly production of mango has been increasing since the beginning, for which we have that in 2012 the monthly production of mango was 1100 kg and in 2018 there is a total production of 3000 kg per month, in this sense the design parameters for the refrigeration system, taking for this a total investment cost to implement the refrigeration chamber will be S /. 29, 553.00 soles.

Keywords: Refrigeration system, mango conservation, freezers, storage capacity

I. INTRODUCCIÓN

La comercialización en el ámbito internacional de los alimentos perecederos alcanza un valor de 47 3000 000 TM/año, lo que equivale el 10,4% del total de estos productos que se produce. En ese sentido es necesario poder conservar estos alimentos para evitar su deterioro de acuerdo a los reportes entre el 30% al 50% ocurre durante su almacenaje, transporte y puntos de venta por la falta de condiciones óptimas de conservación, como es el caso de la conservación de mango a nivel mundial, esta necesidad se hace más grande y de gran prioridad ya que se pierde grandes cantidades de este producto al no tener una adecuada forma de conservación; las formas y sistemas de conservación para esta fruta se basan principalmente en el uso de cámaras de refrigeración, siendo esta uno de los modelos con mayor eficiencia para la conservación de este alimento. (AGUILÓ, 2013)

Los sistemas de refrigeración y congelamiento, siguen siendo la forma más económica si tomamos en cuenta los costos que acarrea, que van desde su implementación y el consumo de energía en el tiempo. Estas propiedades técnicas y económicas son las que han incrementado su uso en los diferentes niveles de la cadena de valor, como contenedores, bodegas, depósitos refrigerados; así como también las bodegas y depósitos dentro del área de producción. (AGUILÓ, 2013)

“En nuestro país las empresas productoras de mango son muy pocas debido a la cantidad de pérdidas que ofrece este producto al no poderse conservar el 38% de producción se pierde debido a que el mango es un producto perecible demasiado frágil es por eso que las empresas que se dedican al procesamiento del mango se ven en la obligación de desperdiciar dicho material e inclusive desisten de invertir en la producción del mismo las formas de tratar de conservar dicho producto más usadas son los sistemas de refrigeración o también llamadas cámaras frigoríficas” (RAMOS, 2013)

El incremento de la utilización de cámaras frigoríficas, tanto en cantidad como en su capacidad y temperatura de conservación por parte de las empresas se ha ido incrementando con el objetivo de mejorar su sistema de enfriamiento con el

desarrollo de sistema de control automatizados, que brindan una gran ventaja en el proceso de conservación del mango. Sin embargo, esta tecnología sigue teniendo un alto costo para las empresas pequeñas que se encuentran ubicadas en zonas alejadas se suma a esto la existencia de pocos profesionales con la experiencia suficiente en esta especialidad, los cuales normalmente prestan servicio a las grandes empresas, con lo cual las pequeñas empresas se ven en desventaja frente a los grandes grupos comerciales. (RAMOS, 2013).

La empresa Tongorrape, es una empresa cuyas instalaciones se encuentran en la región de Lambayeque, su actividad principal es la elaboración de variados productos provenientes del mango teniendo como su principal objetivo seguir creciendo y llegar a ser una marca reconocida y posicionada en el mercado local; con ese objetivo claro viene trabajando en las diferentes zonas de la empresa para mejorar su competitividad, mejorando la calidad de los productos, optimizando los gastos, racionalizando de forma eficiente los recursos tomando en cuenta también la disminución del impacto ambiental.

Actualmente la demanda del producto que viene ofertando en el mercado se ha visto incrementada, pero sin embargo esto se ha convertido en un problema ya que no ha podido ser satisfecha debido a que a que los diversos equipos con que cuenta la empresa en la cadena de frío tales como neveras y congeladoras no son eficientes tanto en el proceso de congelamiento como en la capacidad de almacenamiento a esto se suma la falta de facilidad para la verificación del estado de los productos, que debe cumplir cierto estándar de calidad.

Formulación del Problema

¿De qué manera se puede Mejorar la capacidad de conservación de mango en la empresa Tongorrape – Lambayeque?

Justificación del Estudio.

La aplicación de la tecnología de congelación mediante la instalación de una cámara frigorífica en Tongorrape en la división Lambayeque es necesaria porque la combinación puede reducir la actividad del proceso productivo. La

automatización se simplifica para ahorrar tiempo y viajes. Elimine tareas y simplifique el trabajo de los empleados en el lugar de trabajo.

Económica

Con la introducción de esta cámara fría, es posible reducir los precios de operación y mantenimiento, reducir la cantidad de equipo utilizado y reducir la pérdida de producto debido a una capacidad de enfriamiento insuficiente. De esta manera, puede mejorar la productividad de su organización en términos de producción mensual y ahorro de recursos.

Social

Esta investigación es importante porque permite a la empresa ampliar su capacidad de almacenamiento y almacenamiento de mangos. En definitiva, el producto está disponible todo el año como materia prima para la producción de néctar, lo que beneficia al empleo en los países vecinos.

Ambiental.

Este sistema de refrigeración permite a Tongorrape reducir el consumo energético actual y también contribuye a la disminución de contaminantes generados por las maquinarias existentes. Esto reduce el deterioro del producto y reduce la producción de residuos.

Hipótesis.

El diseño de un sistema de refrigeración nos permitirá mejorar la capacidad de conservación de mango en la empresa Tongorrape - Lambayeque.

Objetivos.

Objetivo General

- Diseñar un Sistema de Refrigeración para Mejorar la Conservación de Mango en la Empresa Tongorrape - Lambayeque.

Objetivos Específicos

- Realizar el Diagnostico en cuanto al consumo de mango en la empresa Tongorrape.
- Determinar los parámetros óptimos para la conservación del mango en la empresa Tongorrape
- Calcular los componentes electromecánicos del sistema de conservación de mango.
- Evaluar económicamente el Sistema de Refrigeración para Mejorar la Conservación de Mango en la Empresa Tongorrape – Lambayeque

II. MARCO TEÓRICO

(SALDIAS, 2003), en su investigación realizó el diseño de una cámara de refrigeración para el almacenamiento de alimentos tales como zanahoria, beterraga y repollo; los cuales se deben conservar con un tiempo de ocho (08) meses, siendo la temperatura de conservación por ese periodo de 0°C. las dimensiones efectivas de almacenamiento son 15,24 m de largo, 10,64 m de ancho y 5,05 m de alto. De acuerdo el cálculo realizado la carga térmica es de 18,4 W, donde las temperaturas de trabajo del refrigerante deben tener una temperatura de 5°C en el evaporador y una temperatura de 30°C en el condensador, tomando en cuenta estos parámetros se calculó la potencia del condensador la cual llega a 5,5 KW, se utilizará como refrigerante para este sistema el 404^a, la capacidad de transferencia de remoción de calor de este refrigerante es de 19,5 KW que será extraído del interior de la cámara. (SALDIAS, 2003)

(CELORRIO, 2015) en su investigación, desarrollo una metodología de reducción del uso energético en producción de vinos, Con base en la medición y validación de las necesidades energéticas, desarrollando métodos para reducir el consumo de energía aplicables a los procesos de refrigeración de los enólogos, descubriendo oportunidades de mejora y continuando mal como parte de la metodología de análisis y gestión de As, recomendamos el uso de energía renovable en el proceso de refrigeración para descongelación y estabilización Determinación de alcohol, ayudando a lograr eficiencia y reducción de consumo, demostrando que mejora la competitividad de la organización” (CELORRIO, 2015)

(HERNANDEZ & ROJAS, 2009) en su tesis propuso construir una cámara fría para alimentos frescos que pueda sostener una temperatura de 4° C simultáneamente, teniendo en cuenta la ubicación, las condiciones ambientales, el tipo de producto almacenado y las especificaciones del producto. Plan de mantenimiento para esto Recomendamos que esto lo mantenga en condiciones óptimas para una vida útil prolongada, lo que resulta en un mejor costo-beneficio a largo plazo, menor tiempo de inactividad y menor pérdida de producto. Mejor protección al medio ambiente”. (HERNANDEZ & ROJAS, 2009)

(AGUILAR, GONZALES, RUIZ, & TINETTI, 2012), en su tesis, realizo el diseño del sistema de enfriamiento donde utilizo una solución de bromuro de litio y la principal desventaja es el depósito. El contenedor a través del cual fluye la solución debe ser muy bajo. Este es el diseño del generador y absorbedor del intercambiador de calor. También muestra que es importante crear un perfil. Tiene un equipo sólido y económico. Finalmente se llegó a la conclusión de que era factible y esperábamos un retorno de 16 centavos por cada dólar invertido". (AGUILAR, GONZALES, RUIZ, & TINETTI, 2012)

(RAMOS, 2013), en su tesis, realizó un diseño de un túnel de enfriamiento continuo, con una temperatura de operación de -10°C . El trabajo se dividió en 2 fases, la primera etapa de la ejecución de un cálculo que determina la carga térmica e identifica de los elementos estructurales. La primera fase es para el espárrago planta, realizamos el cálculo del calor emitido y el cálculo generado por la infiltración de aire, y en la segunda etapa, se empleó un software de simulación ANSYS para determinar el comportamiento de los componentes del sistema de refrigeración." (RAMOS, 2013)

Refrigeración

"La refrigeración se puede expresar como un proceso, cuya finalidad es reducir la temperatura de un área determinada. Se emplea mayormente para conservar sustancias, químicos, alimentos, entre otros." (WHITMAN & JOHNSON , 2006)

Refrigeradores y bombas de Calor

El calor se transfiere en una dirección que baja la temperatura. Es decir, de la región de alta temperatura a la región de baja temperatura. Ello tiene lugar de forma natural, sin la participación de equipos. Sin embargo, el proceso inverso no ocurre por sí solo. Se necesita un dispositivo especial llamado enfriador para transferir calor de un área fría a una zona caliente." (Gengel & Boles, 2015)

"El propósito de un refrigerador es mantener fresco el espacio enfriado quitando el calor del espacio enfriado. Eliminar este calor en un ambiente caluroso no es un objetivo, sino una parte necesaria de la operación." (Gengel & Boles, 2015)

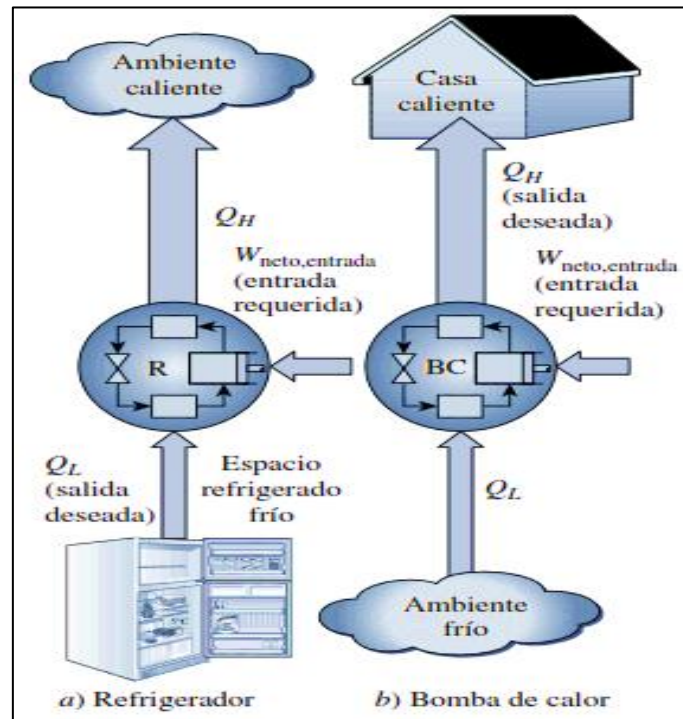


Figura 01: Diagrama de un sistema de refrigeración y bomba de calor

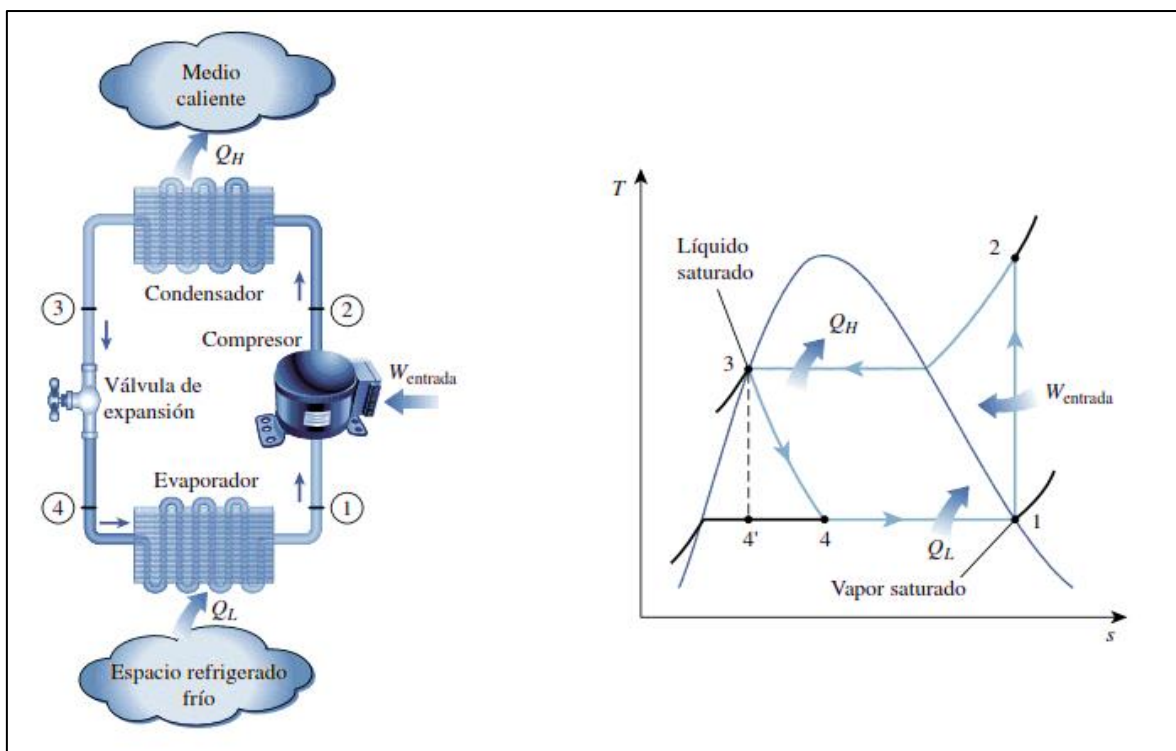


Figura 02: Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor.

Fuente: (Gengel & Boles, 2015)

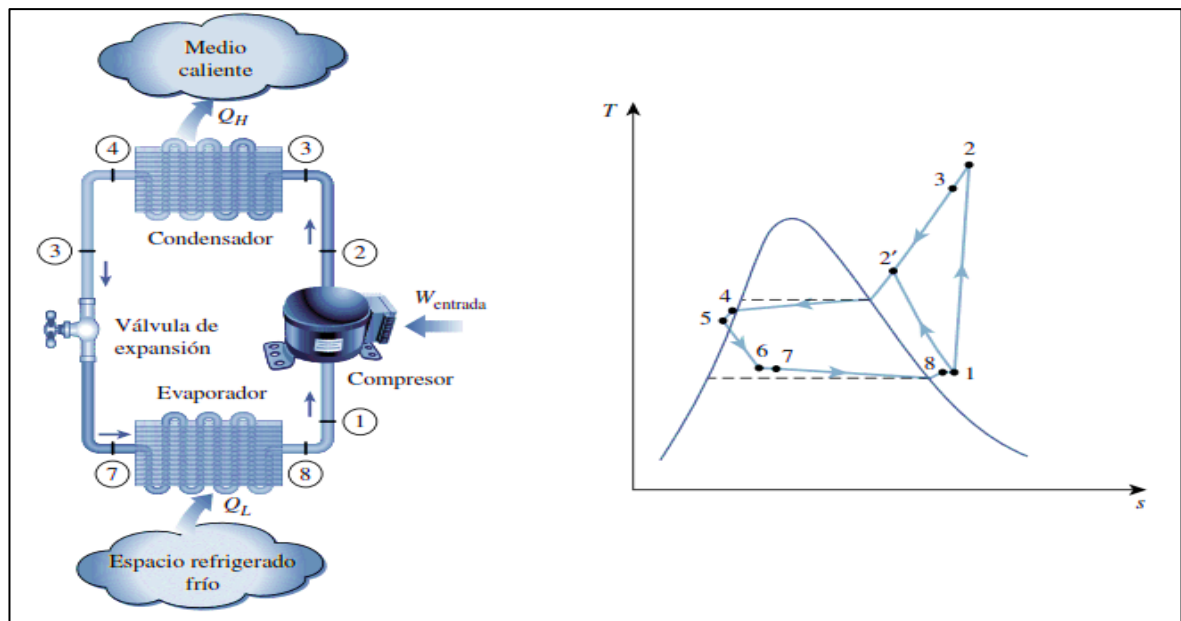


Figura 03: Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de refrigeración por compresión de vapor

Fuente: (Gengel & Boles, 2015)

Cámaras frigoríficas

“La enfriadora o cámara de enfriamiento es una envoltura adiabática que contiene sustancias para la separación de energía térmica, y la extracción de esta energía la realiza el sistema de refrigeración. (MORÁN & SHAPIRO, 2005)

Ventajas de la utilización de una cámara frigorífica

El uso de cámaras frigoríficas en el sector manufacturero ofrece muchas ventajas diferentes ya que su construcción se adapta a las diferentes necesidades del mercado relacionadas con el tamaño, la capacidad de trabajo, etc.

Cálculo de la carga térmica de la cámara frigorífica

“Para las cámaras frigoríficas utilizadas en sistemas de refrigeración con temperaturas de funcionamiento superiores a 0 ° C, el enfriador tarda 16 horas al día u 8 horas al día en "descongelar" los productos evaporados.” (MORÁN & SHAPIRO, 2005).

Cargas suplementarias

“La energía eléctrica disipada en el espacio frío a través de lámparas y radiadores se convierte en calor y genera calor, que requiere carga humana. La humedad aumenta con la duración de la estancia, pero los motores eléctricos también provocan cargas de calor. [...]” (MORÁN & SHAPIRO, 2005)

Refrigerantes

“Ayuda a transportar el calor del refrigerante al exterior y, a diferencia del hielo que opera entre estados sólido y líquido, que opera entre líquido y gas, el sistema de refrigerante en un tubo cerrado se recircula y se usa continuamente.” (BUQUÉ, 2008)

Conservación de alimentos

“Las personas que necesitan alimentos cuando se culminan, tanto para su uso posterior como para su transporte, han desarrollado una variedad de métodos de almacenamiento para evitar su deterioro.” (PLANK, 2005)

“Durante el almacenamiento, los alimentos sufren cambios que reducen su valor y conducen a la descomposición, algunos de estos cambios se deben principalmente a cambios físicos debido a la evaporación del agua, el secado, la pérdida de superficie, la pérdida de color ”. (PLANK, 2005)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- No experimental
- La presente investigación comienza con la caracterización de los diversos parámetros de operación del sistema de refrigeración, a partir de allí se comienza con el diseño del sistema de refrigeración bajo diversas condiciones de trabajo, para finalmente realizar la evaluación económica del diseño del sistema de conservación de mango.

Descriptiva

La investigación es descriptiva porque el problema se presenta espontáneamente sin la intervención del investigador y es.

Tabla 01: Estudio

Estudio	T1
M1	O1
M2	O2

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- M1 y M2 son muestras
- O1 y O2 son observaciones

3.2. Variables y operacionalización

V.I: Diseño de un Sistema de refrigeración

V.D: Conservación de Mango

Tabla 02: Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Instrumento
V.I: Diseño del Sistema de refrigeración	El diseño de máquinas es el proceso mediante el cual se optimiza las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina	La máquina es el equipo que ha sido conceptualizado, diseñado y fabricado para realizar una tarea específica, en este caso congelar el mango para su conservación	Potencia	HP	Observación
			Dimensiones	Mm	
			Material	Tipo	
			Capacidad de Trabajo	COP	
V.D: Conservación del mango	Proceso por medio del cual se conservan las propiedades organolépticas del mango reduciendo su temperatura	Consiste en disminuir la temperatura del mango hasta el congelamiento del mismo por un periodo de hasta 1 año.	Capacidad de enfriamiento.	de BTU/hora (Toneladas de refrigeración)	Observación
			Temperatura de congelamiento	de T°C.	

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y Muestra.

Población.

Producción de mango en la empresa Tongorrape, ubicada en Lambayeque

Muestra.

Es igual que la población.

3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 03: Técnicas de recolección de datos

Técnicas	Uso	Instrumentos
Observación	Registro de la producción de mango y calcular la carga térmica en la empresa Tongorrape	Ficha de registro de carga térmica Ficha de control de diseño
Revisión Documentaria	Búsqueda de datos técnicos y elementos estándar para el diseño.	Ficha de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

Observación

A través de esta técnica se medirá los diversos parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración en la empresa Tongorrape., para el diseño de un sistema de refrigeración, como la carga máxima, tiempo de enfriamiento, consumo de energía, etc.

Revisión documentaria

Esta técnica permite estudiar diferentes tipos de túneles fríos, parámetros de funcionamiento, encontrar el material adecuado y seleccionar diferentes factores de normalización para túneles fríos como compresores, correas metálicas, poleas, etc.

Ficha de Registro de carga térmica.

Es un documento que permitirá llevar un control y registro de los parámetros térmicos, eléctricos y mecánicos de funcionamiento del túnel de frío, para a partir de este registro poder caracterizar establecer rangos mínimos y máximos de operación.

Ficha de control de diseño.

Este documento permitirá evaluar la funcionalidad y operatividad del sistema de refrigeración para la conservación del mango en la empresa Tongorrape en el proceso de enfriado de mango

Ficha de revisión documentaria.

Las hojas de revisión permiten realizar un seguimiento de los distintos documentos de referencia para llevar a cabo el diseño de la cámara frigorífica, como criterios de diseño, varios manuales y hojas de datos.

Validez

Este estudio está validado por expertos en este sector (especialistas en M&E) y comisarios designados por la empresa en la que se realiza el estudio. Las herramientas recolectadas serán validadas y determinadas sobre los aspectos metodológicos de este estudio. Parámetros operacionales.

Confiabilidad.

Los revisores expertos de la herramienta brindan confiabilidad y se prefiere su asesoramiento si se requieren cambios según sea necesario. Este

proyecto tiene certeza o certeza sobre la veracidad de los resultados obtenidos.

3.5. Métodos de análisis de datos.

La evaluación y análisis de la información se realizó mediante tablas y gráficos que contienen sus respectivas interpretaciones, en el orden que se muestra a continuación.

Revisión y consistencia de la información: En este punto, se revisa y perfecciona la información inconsistente o sospechosa creada por proveedores de datos que son descuidados o engañosos al compilar herramientas de recopilación de datos.

Codificación de datos: En este paso, clasifica, agrupa, categoriza y busca sus datos por tipo, proporción o categoría. Convierta datos lingüísticos en símbolos numéricos según sea necesario.

Tratamiento estadístico: La información se procesa en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, que crea tablas y gráficos para ayudarlo a interpretar los resultados, describir los resultados y diseñar los detalles.

3.6. Aspectos éticos.

Se respeto la propiedad intelectual, la fiabilidad de los datos proporcionados por la empresa y la credibilidad de los resultados.

IV. RESULTADOS

Realizar el diagnostico en cuanto al consumo de mango en la empresa Tongorrape

El proceso de productividad y comercialización debe realizarse de manera efectiva para incrementar el nivel de competencia. Mejore la calidad del producto, reduzca costos y costos, optimice el uso de recursos y reduzca el impacto ambiental. La demanda de productos ha aumentado, pero la satisfacción es limitada ya que los niveles de producción se mantienen sin cambios. No es posible incrementar la conservación de materias primas como el mango. Especialmente antes de que se volviera adecuado para la industrialización y comercialización.

Los aparatos de refrigeración utilizados (congeladores, refrigeradores, etc.) aún no han desarrollado un nivel de funcionamiento eficiente para transferir la energía térmica de manera uniforme. La capacidad de almacenamiento del sistema de refrigeración es limitada y el estado de almacenamiento del producto no se puede verificar fácilmente.

La empresa Tongorrape tiene un volumen real de almacenaje de 2500 kg mensuales de mango siendo estos almacenados a una temperatura de 6°C.

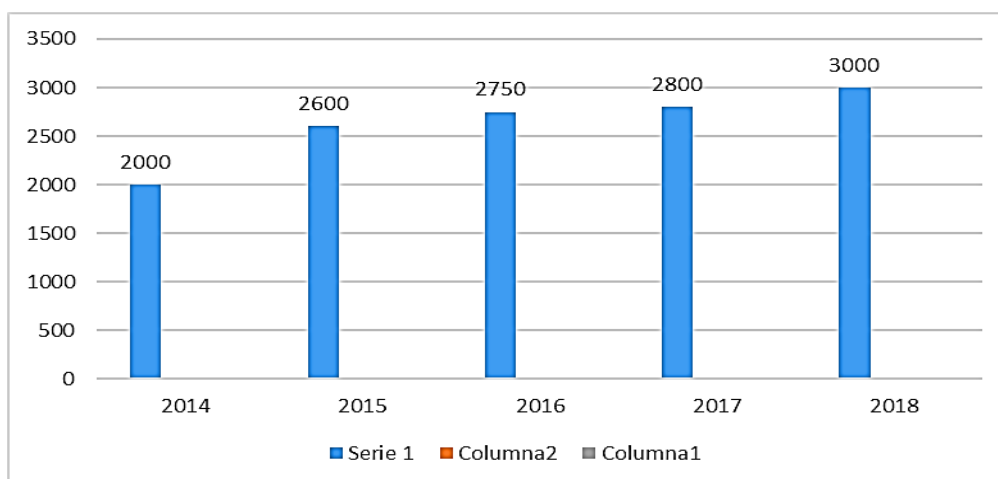


Figura 04: Niveles de producción de mango por mes en los últimos 5 años

Fuente: Empresa Tongorrape

En la figura 04 se aprecia como la producción de mango en la empresa Tongorrape va en aumentando, tenemos que para el año 2014 la producción fue de 2000 kg por mes, con respecto al 2015 fue de 2600 kg por mes en el 2016 fue de 2750 kg por mes y en el 2018 la producción de mango mensual es de 3000 kg.

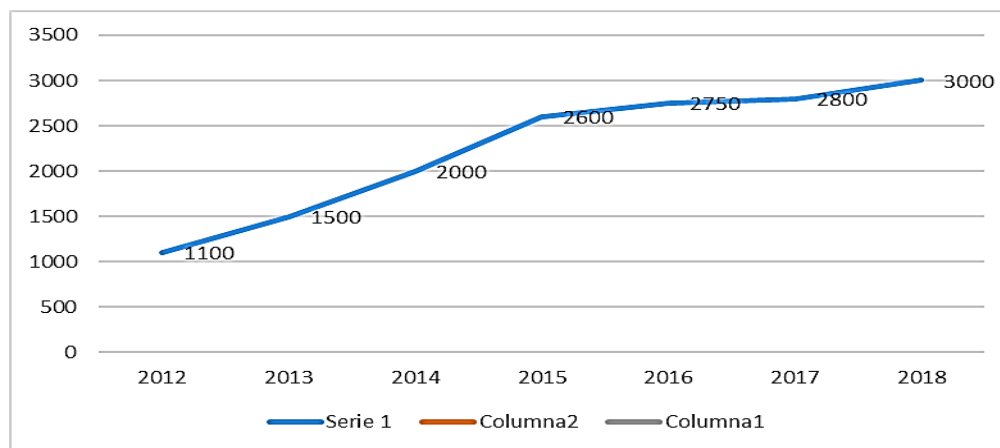


Figura 05: Evolución de producción de mango por mes dentro de la empresa Tongorrape

Fuente: Empresa Tongorrape

Como podemos observar la producción mensual de mango va en aumento desde los inicios para lo cual tenemos que en el año 2012 la producción mensual de mango fue de 1100 kg y en el 2018 se tiene una producción total de 3000 kg mensuales.

De la información recopilada se desprende que desde 2012 hasta la actualidad, el crecimiento de la producción ha sido constante y el crecimiento de la producción de mango ha alcanzado el 172%.

Aunque varios factores han restringido el crecimiento del nivel de producción, aún se espera la entrada a nuevos mercados. En este sentido, la previsión del aumento de la producción a 6 años es la siguiente:

Tabla 04: Proyección de la producción por producto

Crecimiento de la Producción (Promedio mensual x Año)							
Producto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mango	1100	1500	2000	2600	2750	2800	3000

Fuente: Elaboración propia

Con base en la información proporcionada sobre la producción durante los últimos 6 años, usamos el método de mínimos cuadrados para hacer pronósticos para los próximos 6 años.

$$Y = a + bx$$

Donde:

$$b = \frac{(n\sum xy - \sum x \sum y)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{(\sum y - b\sum x)}{n}$$

Ahora calculamos la perspectiva del incremento de la producción a 6años:

$$Y = a + bx = 958 + 323 (x)$$

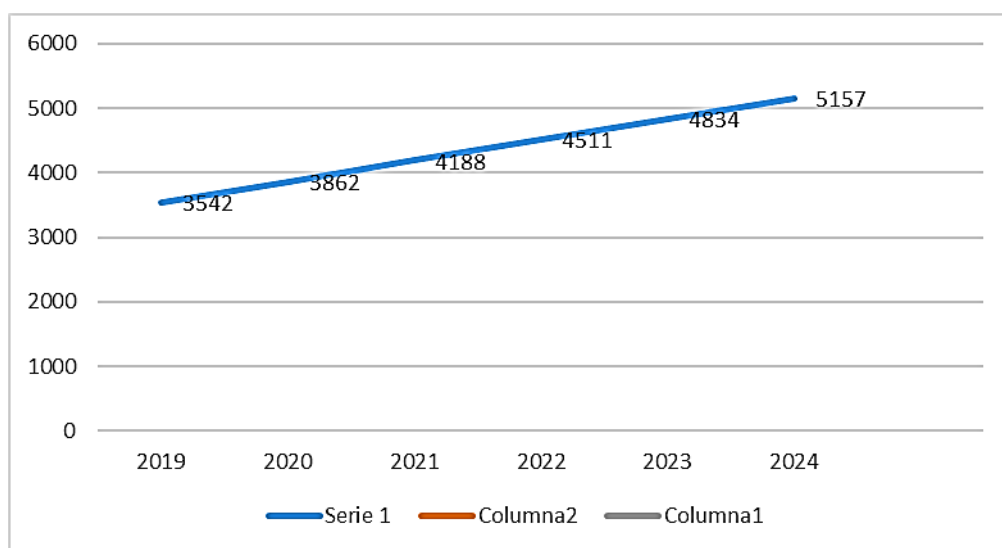


Figura 06: Proyección de crecimiento de producción de mango en la empresa Tongorrape al 2024

Fuente: Elaboración propia

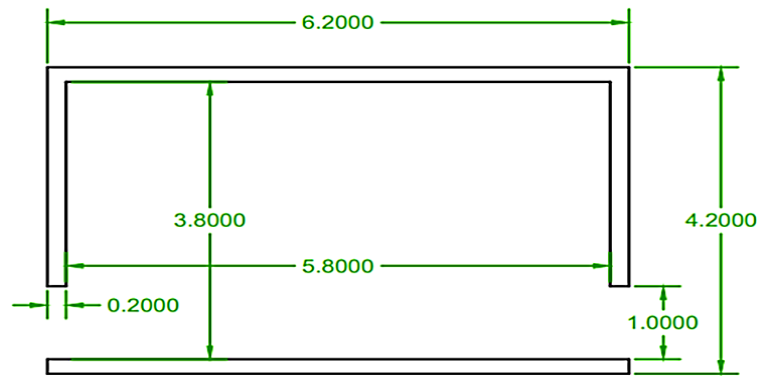


Figura 07: Área de las paredes y techo sin aislante

Fuente: Elaboración propia

Determinamos la ganancia de calor por cada una de las paredes y techo del ambiente donde se ubicará la cámara:

Donde: $\Delta T = (31^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C})$

$$\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$$

- Pared norte

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R_1} \rightarrow Q = \frac{14.50\text{m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}}{0.23 \frac{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal}}} = 1576 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_N$$

$$= 1576 \text{ kcal/h}$$

- Pared sur

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R_1} \rightarrow Q = \frac{14.50\text{m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}}{0.23 \frac{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal}}} = 1576 \text{ kcal/h} \rightarrow Q_S$$

$$= 1576 \text{ kcal/h}$$

- Pared este

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R_1} \rightarrow Q = \frac{9.50\text{m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}}{0.23 \frac{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal}}} = Q_E = 1032 \text{ kcal/h}$$

- Pared Oeste

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R_1} \rightarrow Q = \frac{9.50\text{m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}}{0.23 \frac{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal}}} = Q_O = 1032 \text{ kcal/h}$$

- Techo

$$Q = \frac{A \times \Delta T}{R_1} \rightarrow Q = \frac{22.04 \text{ m}^2 \times 25 \text{ }^\circ\text{C}}{0.23 \frac{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}}{\text{Kcal}}} = Q_t = 2395 \text{ kcal/h}$$

Seguidamente determinamos la ganancia total de calor

$$Q_T = Q_N + Q_S + Q_E + Q_O + Q_T$$

$$Q_T = 1576 + 1576 + 1032 + 1032 + 2395$$

$$Q_T = 7611 \text{ kcal/h, Sin aislamiento.}$$

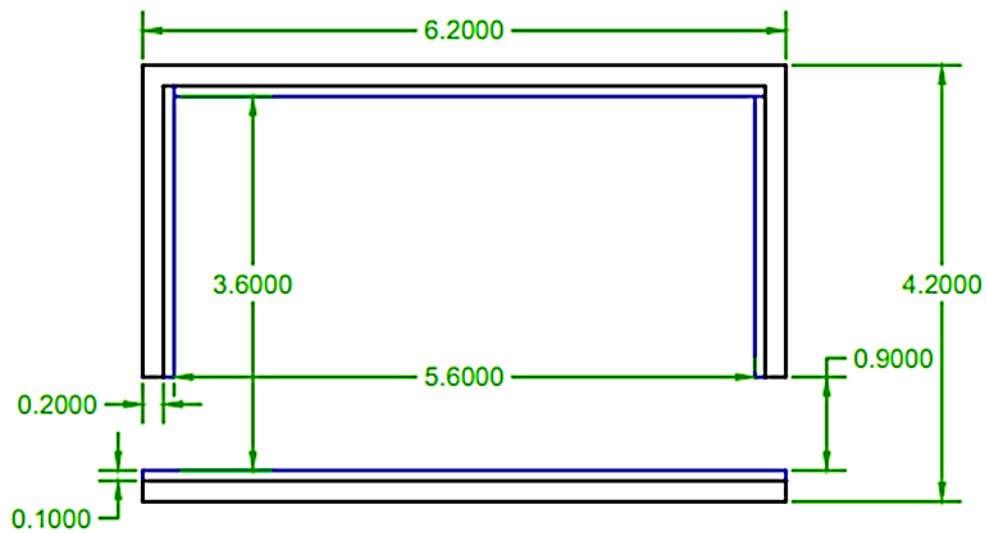


Figura 08: El área de las paredes y techo con aislante

Fuente: Elaboración propia

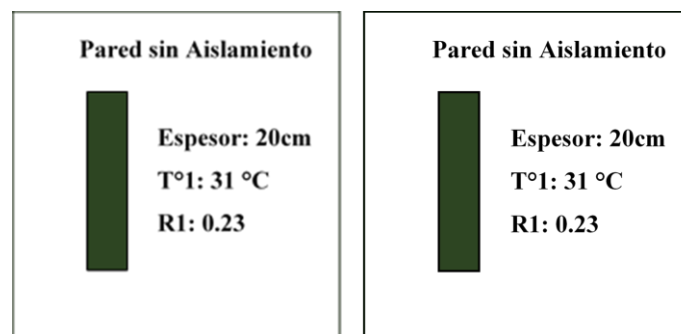


Figura 09: Pared sin aislamiento

Fuente: Elaboración propia

Determinamos la ganancia de calor por cada una de las paredes y techo del ambiente donde se ubicará la cámara con la utilización del material aislante:

Donde: $\Delta T = (31^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C})$

$$\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$$

Pared norte

$$Q = A \times \Delta T / R_1 \quad Q = (14.0 \text{ m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}) / (3.63 \text{ (h. m}^2\text{.C) /Kcal}) = 96.41 \text{ kcal/h} \rightarrow$$
$$Q_N = 96.5 \text{ kcal/h}$$

Pared sur

$$Q = A \times \Delta T / R_1 \quad Q = (14.0 \text{ m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}) / (3.63 \text{ (h. m}^2\text{.C) /Kcal}) = 96.41 \text{ kcal/h} \rightarrow$$
$$Q_N = 96.5 \text{ kcal/h}$$

Pared este

$$Q = A \times \Delta T / R_1 \rightarrow Q = (9.0 \text{ m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}) / (3.63 \text{ (h. m}^2\text{.C) /Kcal}) = 61.0 \text{ kcal/h} \rightarrow$$
$$Q_E = 62 \text{ kcal/h}$$

Pared Oeste

$$Q = A \times \Delta T / R_1 \rightarrow Q = (9.0 \text{ m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}) / (3.63 \text{ (h. m}^2\text{.C) /Kcal}) = 61.0 \text{ kcal/h} \rightarrow$$
$$Q_E = 62 \text{ kcal/h}$$

Techo

$$Q = A \times \Delta T / R_1 \rightarrow Q = (20.16 \text{ m}^2 \times 25^{\circ}\text{C}) / (3.63 \text{ (h. m}^2\text{.C) /Kcal}) = 138.9 \text{ kcal/h} \rightarrow$$
$$Q_t = 139 \text{ kcal/h}$$

$$Q_T = Q_N + Q_S + Q_E + Q_O + Q_T$$

$$Q_T = 96.5 + 96.5 + 62 + 62 + 139$$

$$Q_T = 456 \text{ kcal/h, Con aislamiento}$$

Ganancia de calor por infiltraciones de aire.

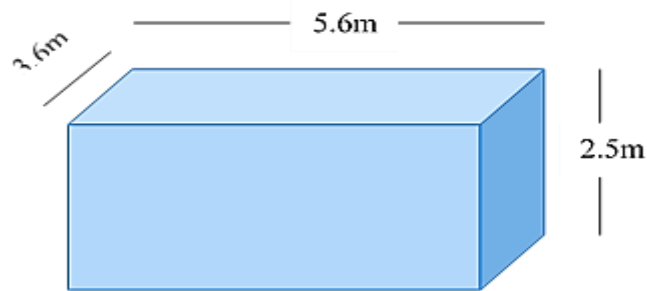


Figura 10: Volumen interior de la cámara

Fuente: Elaboración propia

Volumen = 50.4 m^3

T° interior = 6°C

T° exterior = 31°C

Humedad Relativa = 70 %

Entonces resolvemos;

Q_- (Infiltración de aire) = Volumen x N° de renovaciones x calor eliminado

$Q_- = 50.4 \text{ m}^3 \times 13 \text{ cambios/día} \times 22.60 \text{ kcal/m}^3 \rightarrow Q_- = 14807 \text{ (kcal)/día}$

$Q_- = 14807/24 \text{ kcal} \rightarrow Q_- = 617 \text{ kcal/h}$

Resolviendo:

$Q_S = 208 \text{ Kg/día} \times 0.68 \text{ kcal/ (kg} \times ^\circ\text{C)} \times (27^\circ\text{C} - 6^\circ\text{C})$

$Q_S = 208 \text{ Kg/día} \times 0.68 \text{ kcal/ (kg} \times ^\circ\text{C)} \times (21^\circ\text{C})$

$Q_S = 2970 \text{ Kcal/día}$

$Q_S = 2970/24 \text{ Kcal/h}$

$Q_S = 124 \text{ Kcal/h}$

Calor latente de congelamiento

Se determina que el calor de congelación del mango es: 42 Kcal / kg

$Q_L = 208 \text{ Kg/día} \times 42 \text{ kcal/ (kg)}$

$Q_L = 8736 \text{ Kg/día}$

$$Q_I=364 \text{ Kg/h}$$

Carga total del producto

$$Q_T = Q_S + Q_I \rightarrow Q_T = 124 \text{ Kcal/h} + 364 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_T = 488 \text{ kcal/h}$$

Determinar la carga térmica por fuentes internas o cargas suplementarias.

- Número de personas que laboran: 3 personas
- Iluminación: 02 lámparas fluorescentes de 36 watts cada una

Hallamos la carga térmica por iluminación

Sabiendo que: 1 watt = 0.86 kcal/h

$$Q_{\text{Iluminación}} = 72 \times 0.86 \text{ kcal/h} \times 10 \text{ h/día} \rightarrow Q_{\text{Ilu}} = 619 \text{ kcal/día} \rightarrow$$

$$Q_{\text{Ilu}} = 26 \text{ Kcal/h}$$

Hallamos la carga térmica por el número de personas y tiempo de trabajo.

Se halla el calor liberado por persona (Ver Anexo N° 5).

- N° de personas: 3
- Tiempo de trabajo: 4h

$$Q_{\text{per}} = 3 \text{ personas} \times 207 \text{ kcal/ (h x persona)} \times 4 \text{ h/día}$$

$$Q_{\text{per}} = 2484 \text{ kcal/día} \rightarrow Q_{\text{per}} = 103.5 \text{ kcal/h}$$

Total, de la carga térmica suplementaria:

$$Q_S = Q_{\text{(Ilu)}} + Q_{\text{Per}} \rightarrow Q_S = 26 \text{ kcal/h} + 103.5 \text{ kcal/h}$$

$$Q_S = 129.5 \text{ kcal/h} = 130 \text{ kcal/h}$$

Carga térmica total de la cámara

$$Q_T = Q_{\text{Paredes}} + Q_{\text{Aire}} + Q_{\text{Producto}} + Q_{\text{Suplementarias}}$$

$$Q_T = 456 + 617 + 488 + 130$$

$Q_T=1691 \text{ kcal/h}=6700 \text{ BTU/h}$

Elección del gas refrigerante

Como puede ver (ver Anexo 06), existen muchos tipos de gases refrigerantes clasificados según su nivel de seguridad. Por lo tanto, como parte de esta publicación de trabajo, hemos considerado a aquellos con un alto grado de seguridad y los hemos seleccionado para su revisión.

Si ocurre una fuga, el impacto en la salud humana es pequeño, pero si se detecta una fuga, no afecta el producto, por lo que es importante mantener el recinto en un área bien ventilada. Por favor contáctenos ya que es resistente a los olores. Consideramos instalar manómetros de alta y baja presión para detectar la fuga, ya que la fuga no se podía enfriar como era necesario, lo que resultaba en una falta de aire frío y daños en el producto.

Determinación de los componentes del sistema de refrigeración

Sobre la base de los cálculos desarrollados, los componentes de congelación se seleccionan en función de la capacidad de congelación solicitada, las temperaturas del evaporador y condensador y el uso del refrigerante.

Se seleccionan los mejores componentes para satisfacer las necesidades comerciales de su empresa. Asimismo, se está estudiando el uso del control de temperatura digital, el cual brinda información precisa sobre los procesos que ocurren en el ciclo de refrigeración.

Evaluación económica

a) Ingresos

Teniendo una producción al año 2018:

Tabla 05: *Crecimiento de la producción (Promedio mensual x Año)*

Producto	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mango	1100	1500	2000	2600	2750	2800	3000

Fuente: Producción Empresa Tongorrape

Tabla 06: Proyección de la producción (Promedio mensual x Año)

Producto	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mango	3000	3542	3865	4188	4511	4834	5157

Fuente: Producción Empresa Tongorrape

Tabla 07: Ingreso bruto mensual por producción S/.

Producto	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mango	S/.234,720	S/.353,460	S/.424,704	S/.495,948	S/.567,192	S/.638,436	S/.709,680

Fuente: Proyección de ingresos brutos Empresa Tongorrape

Tabla 08: Egresos

Descripción	Costo por Mes	Costo por Año
Gasto de Operarios (5 operarios)	S/. 930.00	S/. 55,800.00
Gastos de Operación y Mantenimiento	S/. 300.00	S/. 3,600.00
Gastos Pago por Energía Eléctrica	S/. 5,230.00	S/. 62,760.00
Otros Egresos (Servicios de 15 trabajadores a S/. 500 soles c/u)	S/. 7,500.00	S/. 90,000.00

Fuente: Proyección de ingresos brutos Empresa Tongorrape

Tabla 09: Evaluación económica del proyecto

AÑOS	0	1	2	3	4
INGRESOS	Inversión (Costo de Proyecto)	Ingresos Trabajos realizados			
Ingresos	29553.0 0	353460.0 0	424704.0 0	495948.0 0	567192.0 0
Otros		0.00	0.00	0.00	0.00
Total Ingresos	29553.0 0	353460.0 0	424704.0 0	495948.0 0	567192.0 0
EGRESOS					
Gastos de Operarios (5 operarios)		-55800.00	-55800.00	-55800.00	-55800.00
Operación y mantenimiento		-3600.00	-3600.00	-3600.00	-3600.00
Gastos por pago de Energía Elec.		-62760.00	-62760.00	-62760.00	-62760.00
Otros Egresos (Servicios de Trab.)		-90000.00	-90000.00	-90000.00	-90000.00
Total Egresos	0.00	212160.0 0	212160.0 0	212160.0 0	212160.0 0
INGRESO NETO	- 29553.00	141300.0 0	212544.0 0	283788.0 0	355032.0 0
VAN S/					
TIR					
TASA DE DESCUENTO					

Fuente: Proyección de ingresos brutos Empresa Tongorrape

Tabla 10: Análisis de VAN y TIR

VAN	S/. 730,263.50	SE ACEPTA
TIR	523.21%	

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

(SALDIAS, 2003), en su trabajo indica lo siguiente: el proyecto consta de un área aislada fría que conserva lo esencial a 0° durante 8 meses. Cuyas medidas son: 10.64 m x 15.24 x 5.05 metros de ancho, largo y alto respectivamente; con una carga térmica de 18,4 W. Destacando que la temperatura de funcionamiento del refrigerante es de 5°C para la evaporación y 30°C de para trabajos de condensación. En mención a lo calculado, se determinó que la potencia de la unidad condensadora debe ser de 5.5 kW, que a la vez empleará el refrigerante 404, que es capaz de eliminar 19,5 Kw de calor del interior de la cámara, por ello los investigadores afirman que se tuvieron en cuenta los procedimientos de cálculo a esta medida dimensional. Por lo tanto, el dimensionamiento de la cámara es de 5.6 x 3.6 x 2.5 metros de ancho, largo y alto respectivamente, ya que se necesita un volumen de 38 m³ para almacenar los 5500 kg, y actualmente el espacio señalado nos ofrece un volumen de 50 m³.

(AGUILAR, GONZALES, RUIZ, & TINETTI, 2012), en su tesis utilizó una solución de agua y bromuro de litio se ha identificado como un gran inconveniente que provoca una presión muy baja dentro del recipiente a través del cual fluye la solución.

(RAMOS, 2013), en su tesis realizó un diseño que se dividió en 2 fases. La primera fase consiste en calcular la carga térmica y determinar las partes estructurales. La primera fase calcula los cálculos generados por la infiltración de aire además del calor generado por los espárragos. La segunda fase utiliza el programa de simulación ANSYS para caracterizar los componentes del sistema de congelación. Sistema de refrigeración de Tongorrape Lambayeque para mejorar el almacenamiento del mango ", el medio de calor a procesar y los parámetros de funcionamiento del compartimento frigorífico del equipo seleccionado deben ser: condensador, 35 ° C; desde la temperatura de calentamiento del producto final hasta el centro de calor, 6 ° C; temperatura ambiente de diseño 31 ° C, humedad relativa 70%.

VI. CONCLUSIONES

1. La empresa Tongorrape, tiene una capacidad real de almacenaje de 2500 kg mensuales de mango siendo estos almacenados a una temperatura de 6°C, teniendo una producción real de 3000 kg, donde se evidencia que existe un déficit en la capacidad de almacenaje con respecto a la producción real del insumo.
2. Después de recopilar los datos en la fuente primaria, los parámetros de diseño óptimos para el almacenamiento de mango se estimaron como temperatura de funcionamiento: 6 ° C, tiempo de trabajo diario: horas, requisito de almacenamiento: 5500 kg, aproximadamente 6 años, producto antes del almacenamiento: 27 ° C , Dimensiones de la cámara del proyector integrada: Largo 5.6 m, Ancho 3.6 m, Alto 2.5 m, Aislamiento para la cámara de construcción: espuma de poliuretano de 10 cm de espesor, espesor de pared: 20 cm.
3. El diseño de la cámara de enfriamiento se propuso en base a unas dimensiones de 5,6 x 3,6 x 2,5 metros cada una de largo, ancho y alto. La capacidad es de 5500 KG, la temperatura de trabajo es de 6 ° C y la carga térmica es de 1691 kcal. / Tiempo. Su construcción consta de paneles de espuma de poliuretano de 10 cm en paredes, techos y puertas. El sistema del congelador tiene dos unidades de condensación (8982 BTU / h), dos filtros secadores y una válvula termostática como componentes principales y utiliza tetrafluoroetano (R134a) como refrigerante.
4. La instalación de un cuarto frío, incluye una inversión de S /. 29,553.00 nuevos soles.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se ha evidenciado que la producción que tiene la empresa mensual es de 300 kg pero en realidad su capacidad real de almacenaje de 2500 kg mensuales de mango es por la que se recomienda aumentar la capacidad de almacenaje y así poder disminuir totalmente el déficit que se tiene ya que la producción que se tiene es mucho mayor a la capacidad de almacenamiento que tiene la empresa ya que dentro de la proyección realizada se ve observa que dicha producción va a ir incrementándose con el pasar del tiempo (proyección a 6 años se tiene una producción de 5157 kg de mango).
2. Se recomienda respetar los parámetros de diseño descritos ya que estos son estándares y con estos se garantiza el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración siendo estos principalmente la temperatura de trabajo: 6 °C, Necesidad de almacenaje: 5500 Kg, proyectado hacia unos 6 años, Temperatura del producto antes de su conservación: 27 °C.
3. El diseño de la cámara de refrigeración se recomienda tener en cuenta los dimensionamiento calculados del sistema de refrigeración ya que con esto se garantiza un correcto y óptimo funcionamiento para una capacidad de 5500 KG, cuya temperatura de trabajo será de 6°C y su carga térmica de 1691 kcal/h, para lo cual la unidad condensadora debe ser modelo OP-HJZ019D49V, el evaporador modelo F45HC1312-E7, válvula de expansión modelo T2-1, conexión 3/8 – 1/2 - 1/4, Válvula solenoide modelo EVR 3, con 220 V – 60Hz – 5W.
4. De los cálculos realizados se evidencia una inversión ascendente a S/. 29, 553.00 soles, es por lo que se recomienda la implementación del presente proyecto teniendo para esto un VAN de S/. 730,263.50 y un TIR de 523.21%, en un periodo de evaluación de 4 años.

REFERENCIAS

AGUILAR, D., GONZALES, E., RUIZ, N., & TINETTI, O. (2012). Propuesta de diseño de un sistema de refrigeración por absorción para mejorar la eficiencia de operación de planta de una central geotérmica. El Salvador: Universidad de El Salvador.

AGUILÓ, R. R. (08 de 2013). Refrigeración y aire acondicionado su importancia e impacto en el medio ambiente. Recuperado el 20 de 07 de 2016, de www.termosistemas.com.ar:

<http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=197>

BUQUÉ, F. (2008). Manuales practicos de refrigeracion. Tomo IV. Barcelona: Marcombo S.A.

CARL, H., & SALAS, F. (1968). Equipos de procesamiento para productos agrícolas. (220 pp). Lima: IICA.

CELORRIO, R. (2015). Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria. España: Universidad de la Rioja, Facultad de Ingeniería Mecánica. Recuperado el 16 de 06 de 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=46781>

CÉSPEDES, R. (2012). Sistema de refrigeración con capacidad de bodega para almacenar 300Kg de pescado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Recuperado el 14 de 06 de 2016, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/>

Gengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). TERMODINÁMICA. Mexico D.F: McGrawHill.

GUANIPA, G. (2010). Sistemas de Refrigeración. Venezuela: Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda", Programa de Ingeniería mecánica. Recuperado el 10 de 06 de 2016, de <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2009/02/guia-tecnica-electiva1.pdf>

HERNANDEZ, G., & ROJAS, E. (2009). Análisis de cálculo, diseño y mantenimiento de una cámara de refrigeración utilizando en productos perecederos a 4°C. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctricidad, Mexico D.F.

MORÁN, M., & SHAPIRO, H. (2005). Fundamentos de termodinámica técnica. 2da ed. Barcelona: Editorial Reverté S.A.

Organización Mundial de la Salud. (2006). Codex Alimentario.

PLANK, R. (2005). Empleo del frío en la Industria de la Alimentación. Barcelona: Reverte.


RAMOS, G. (2013). Diseño de un congelador continuo individual IQF con capacidad de 200Kg/hr de espárragos. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

SALDIAS, E. (2003). Diseño de una cámara de refrigeración para zanahoria, beterraga y repollo adaptadas a las condiciones de Coyhaique, en la XI Región. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fas162d/doc/fas162d.pdf>

WHITMAN, W., & JOHNSON, W. (2006). Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado I. Magallanes: Thomson editores.

ANEXOS

Anexo 01:

		FICHA DE CONTROL DE DISEÑO	
Datos Generales			
Nombre de la Empresa			
Nombre de la Máquina			
Características Generales		Motor	
Largo		Fabricante	
Ancho		Tipo	
Altura		Pot. Nominal	
Material		Cant	
Obs.			
		Sistema de Transmisión Fuerza	
Condiciones de Operación		Polea	
Capacidad		No Poleas	
Temperatura		Fajas	
Rapidez Enfri.		No Fajas	
Potencia			
		Compresor	
Condiciones de Tuberías		Fabricante	
Estado Tub.		Tipo	
Estado Valvulas		Pot. Nominal	
Estado soldadura			

Anexo 02:

[illegible]

Anexo 03:

Coeficientes de transmisión de calor

	Densidad	Temperatura	Conductividad	Conductancia	Resistencia	
	gr/cm ³	media °C	k	C	Por cm	Total
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN						
Concreto y grava	2.24		148.80		0.01	
Ladrillo común	1.92	24	62.00		0.02	
Ladrillo de fachada	2.08	24	111.60		0.01	
Ladrillo hueco de 2 celdas, 6"		24		3.22		0.31
Bloque de concreto, arena y grava 8"		24		4.39		0.23
Bloque de concreto, cenizas 8"		24		2.83		0.35
Yeso, arena	1.68	24	69.44		0.01	
MATERIALES AISLANTES						
Manta de lana mineral	0.008	24	3.97		0.25	
Manta de fibra de vidrio	0.008	24	3.97		0.25	
Placa de corcho		-27	3.10		0.32	
Placa de fibra de vidrio		-18	2.11		0.47	
Uretano expandido R 11		-18	2.98		0.34	
Poliestireno expandido	0.016	-18	3.10		0.32	
Placa de lana mineral	0.24	24		0.88		1.14
Cubierta de techo aislante de 2"		-18	2.85		0.35	
Relleno suelto de lana mineral		-18	3.97		0.25	
MATERIALES PARA TECHOS						
Techos de asbesto cemento		24		23.24		0.04
Asfalto en rollo para techos		24		32.56		0.03
Techo pre-fabricado de 3/8"		24		14.65		0.07
Tejas de madera		24		5.17		0.19
MATERIALES PARA PISOS						
Alfombras con bajo alfombra de fibra		24		2.34		0.43
Alfombras con bajo de hule espuma				3.95		0.25
Losa de corcho de 1/8"		24		17.58		0.06
Terrazo de 1"		24		61.03		0.02
Loseta asfáltica de vinilo o linoleum		24		97.64		0.01
Subsuelo de madera de 25/32"		24		4.98		0.20
Suelo de madera de 3/4"		24		7.18		0.14

	Densidad	Temperatura media	Conductividad k	Conductancia C	Resistencia por cm	Total
	gr/cm ³	°C			1 / k	
VIDRIO						
Vidrio plano sencillo				2.39		0.42
Vidrio aislante doble				1.86		0.54
Vidrio aislante triple				2.15		0.47
<i>MATERIALES PARA ACABADOS</i>						
Placa de asbesto cemento	1.92	24	49.60		0.02	
Yeso de 1/2"	0.80	24		10.98		0.09
Triplay	0.54	24	9.92		0.10	
Revestimiento de madera	0.32	24	4.71		0.21	
Fibracel	1.04	24	17.36		0.06	
Filtro permeable al vapor		24		81.53		0.01
<i>MADERA</i>						
Madera biselada de 1 x 8		24		6.00		0.17
<i>VARIOS</i>						
Agua			52.08		0.02	
Nieve				14.88 - 44.64	0.07 - 0.022	
Tierra				89.28 - 155	0.011 - 0.006	

Anexo 04:

Renovación de aire diario por las aberturas de las puertas para “cámaras negativas” y “cámaras sobre 0 °C”

Volumen de la cámara m ³	Renovación de aire diario: Nº de renovaciones / día		Volumen de la cámara m ³	Renovación de aire diario: Nº de renovaciones / día	
	-	+		-	+
2,5	52	70	100	6,8	9
3,0	47	63	150	5,4	7
4,0	40	53	200	4,6	6
5,0	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10,0	24	32	400	3,1	4,1
15,0	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1 000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1 500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2 000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2 500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3 000	1,05	1,30

Anexo 05:

Ganancias de calor por infiltraciones por aire

kcal/m³ de aire eliminado en enfriamiento de aire para condiciones de almacenaje encima de cero

Temperatura cuarto de almacén °C	Temperatura del aire de entrada en °C									
	30			32			35		38	
	Humedad Relativa aire de entrada %									
	50	60	70	50	60	70	50	60	50	60
18	5.78	7.56	9.97	8.28	10.41	12.82	11.04	13.71	14.06	17.35
16	7.56	9.17	11.21	10.06	12.19	14.60	12.82	15.49	15.84	19.13
13	9.97	11.93	13.97	12.55	14.77	17.18	15.31	17.89	18.33	21.71
10	11.75	13.71	15.84	14.42	16.64	19.13	17.18	19.76	20.29	23.58
7	13.35	15.40	17.53	16.02	18.33	20.82	18.87	21.54	21.98	25.36
4	15.04	17.09	19.22	17.80	20.11	22.60	20.56	23.32	23.76	27.23
2	16.55	18.60	20.82	19.31	21.63	24.21	22.16	24.83	25.36	28.83

Calor liberado por persona

Temperatura de la cámara °C	Calor liberado por persona Kcal / h
15	154
10	182
5	207
0	233
-5	259
-10	285
-15	311
-20	325
-25	363

Anexo 06:

Clasificación de los refrigerantes por grupo de seguridad

Nº de identificación del refrigerante	Nombre Químico	Fórmula Química	Peso molecular	Punto de ebullición en °C a 1.013 Bar
Grupo primero: refrigerantes de alta seguridad				
R-23	Trifluometano	CHF ₃	70,01	-82,15
R-123	2,2-dicloro-1,1,1-trifluoretano	CHCl ₂ -CF ₃	153,0	27,96
R-124	2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano	CHClF-CF ₃	136,5	-12,05
R-125	Pentafluoretano	CHF ₂ -CF ₃	120,02	-48,41
R-134a	1,1,1,2-Tetrafluoretano	CH ₂ F-CF ₃	102,0	-26,14
R-401A (53/13/34)	Clorodifluometano (R-22) 1,1-Difluoretano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano(R-124)	CHClF ₂ (53%) CH ₃ -CHF ₂ (13%) CHClF-CF ₃ (34%)	94,44	-33,08
R-401B (61/11/28)	Clorodifluometano (R-22) 1,1-Difluoretano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano(R-124)	CHClF ₂ (61%) CH ₃ -CHF ₂ (11%) CHClF-CF ₃ (28%)	92,84	-34,67
R-401C (33/15/52)	Clorodifluometano (R-22) 1,1-Difluoretano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluoretano(R-124)	CHClF ₂ (33%) CH ₃ -CHF ₂ (15%) CHClF-CF ₃ (52%)	101,04	-28,43
R-402A (60/2/38)	Pentafluoretano (R-125) Propano (R-290) Clorodifluometano (R-22)	CHF ₂ -CF ₃ (60%) C ₃ H ₈ (2%) CHClF ₂ (38%)	101,55	-49,19
R-402B (38/2/60)	Pentafluoretano (R-125) Propano (R-290) Clorodifluometano (R-22)	CHF ₂ -CF ₃ (38%) C ₃ H ₈ (2%) CHClF ₂ (60%)	94,71	-47,36
R-404A (44/4/52)	Pentafluoretano (R-125) 1,1,1,2-tetrafluoretano (R-134a) 1,1,1-Trifluoretano (R-143a)	CHF ₂ -CF ₃ (44%) CH ₂ F-CF ₃ (4%) H ₃ -CF ₃ (52%)	97,6	-46,69
R-407C (23/25/52)	Difluometano (R-32) Pentafluoretano (R-125) 1,1,1,2-tetrafluoretano (R-134a)	CH ₂ F ₂ (23%) CHF ₂ -CF ₃ (25%) CH ₂ F-CF ₃ (52%)	86,2	-43,44
R-11	Triclorofluometano	CCl ₂ F	137,4	23,8
R-12	Diclorodifluometano	CCl ₂ F ₂	120,9	-29,8
R-13	Clorotrifluometano	CClF ₃	104,5	-81,5
R-13B1	Bromotrifluometano	CBrF ₃	148,9	-58
R-14	Tetrafluoruro de carbono	CF ₄	88	-128
R-21	Diclorofluometano	CHCl ₂ F	102,9	8,92
R-22	Clorodifluometano	CHClF ₂	86,5	-40,8
R-113	1,1,2-Triclorotrifluoretano	CCl ₂ FCClF ₂	187,4	47,7
R-114	1,2-Diclorotetrafluoretano	CClF ₂ CClF ₂	170,9	3,5
R-115	Cloropentafluoretano	CClF ₂ CF ₂	154,5	-38,7

R-C318	Octofluorociclobutano	C_4F_8	200	-5,9
R-500	R-12 (73,8%) + R-152a (26,2%)	CCl_2F_2/CH_3CHF_2	99,29	-28
R-502	R-22 (48,8%) + R-115 (51,2%)	$CHClF_2/CClF_2CF_3$	112	-45,6
R-744	Anhídrido carbónico	CO_2	44	-78,5
Nº de identificación del refrigerante.	Nombre químico	Fórmula química	Peso molecular en gramos	Punto de ebullición en° C a 1,013 bar
Grupo segundo: Refrigerantes de media seguridad				
R-30	Cloruro de metileno	CH_2Cl_2	84,9	40,1
R-40	Cloruro de metilo	CH_2Cl	50,5	-24
R-160	Cloruro de etilo	CH_3CH_2Cl	64,5	12,5
R-611	Formiato de metilo	$HCOOCH_2$	60	31,2
R-717	Amoníaco	NH_3	17	-33
R-764	Anhídrido sulfuroso	SO_2	64	-10
R-1130	1,2-Dicloroetileno	$CHCl = CHCl$	96,9	48,5
Grupo tercero: Refrigerantes de baja seguridad				
R-170	Etano	CH_3CH_3	30	-88,6
R-290	Propano	$CH_3CH_2CH_3$	44	-42,8
R-600	Butano	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58,1	0,5
R-600a	Isobutano	$CH(CH_3)_3$	58,1	-10,2
R-1150	Etileno	$CH_2 = CH_2$	28	-103,7

Anexo 07:

Resistencia térmica de algunos materiales de embalaje

Fuente: Ramírez2000, p. 29)

Clase de material	(m ² °C/W)
Papel parafinado y encerado	0,0058
Celofán y polietileno	0,0046
Lámina de aluminio recubierta de polietileno	0,0174
Cartón parafinado plegado (0,54 mm de espesor) cubierto con papel de parafina	0,0203
Cajas de cartón perezadas abiertas de 1,5 mm de espesor	0,0203
Cajas de cartón perezadas abiertas con envoltura de polietileno	0,0494
Cajas de fibra ondulada (5 mm de espesor)	0,1767

Anexo 08:

Principio de refrigeración

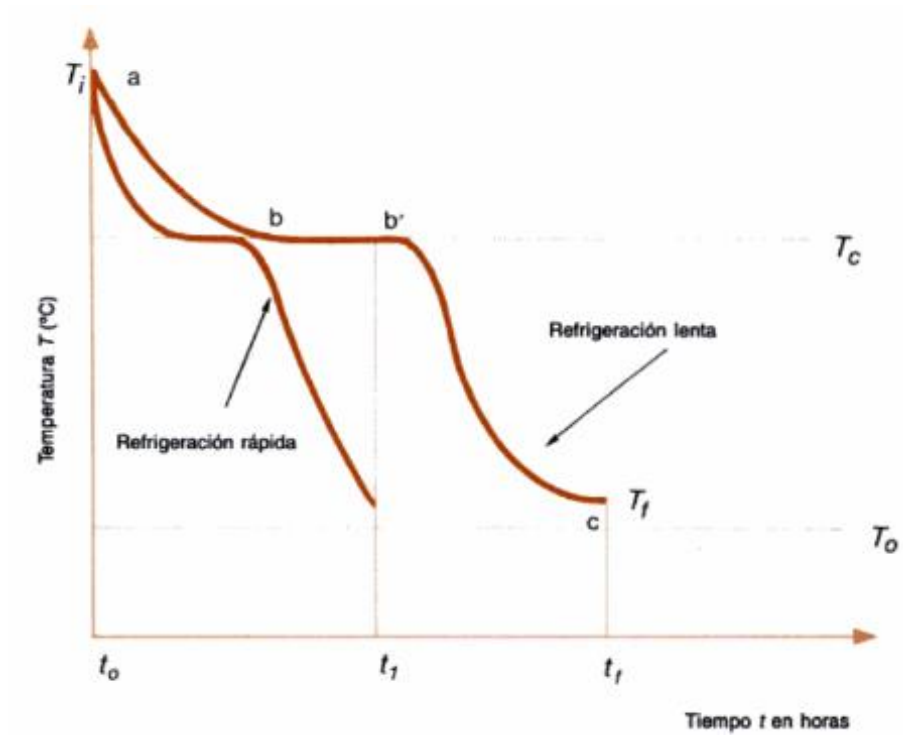
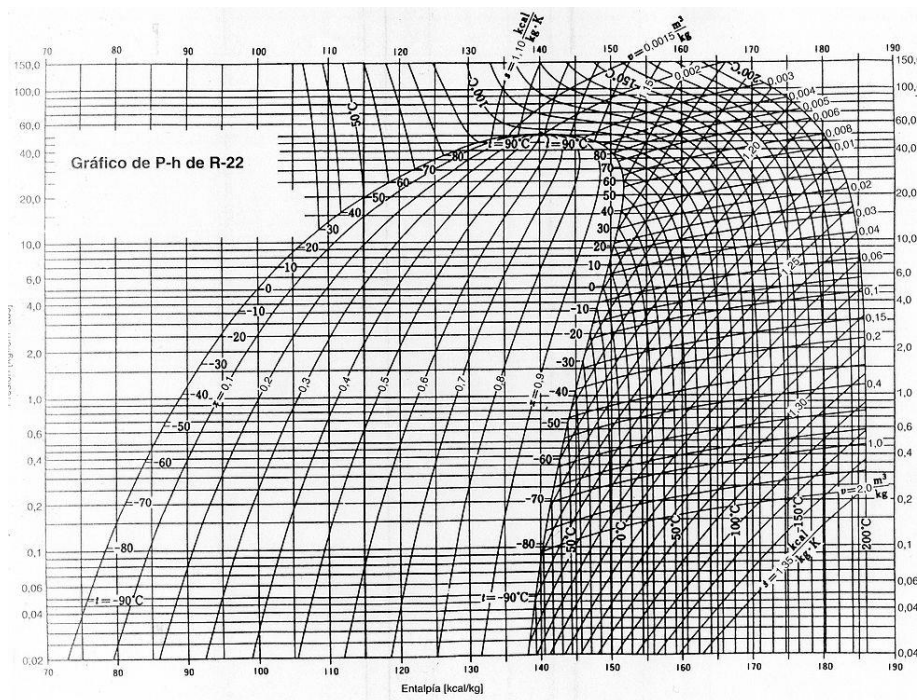
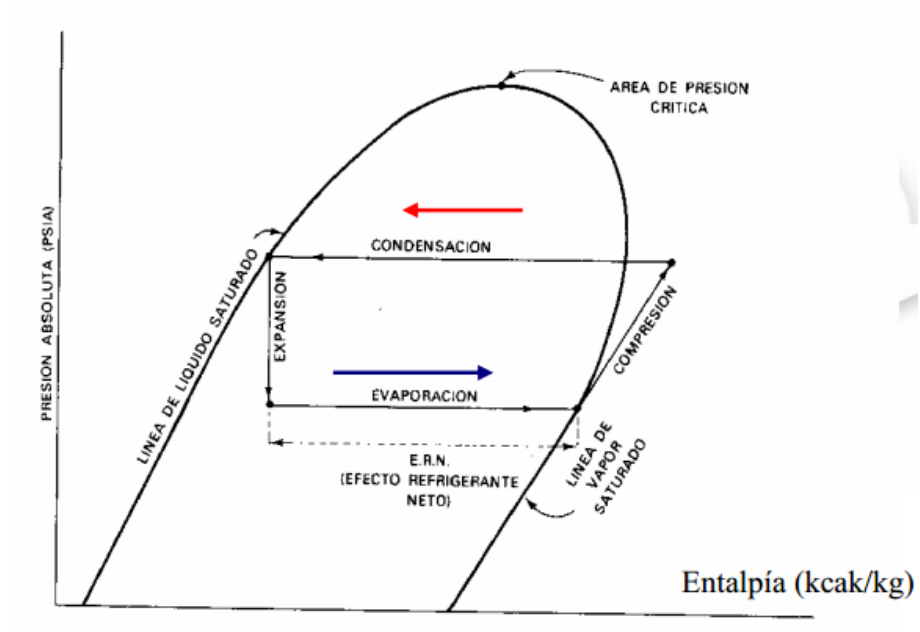


Diagrama de Molliere



Proceso de refrigeración



Anexo 09:

PAPER N° 01

Estudio y aplicación de ciclos de refrigeración - Refrigerantes alternativos -



RESUMEN

Herwin Marcos Villamil Salcedo, Ingeniero
Facultad de Ingeniería
Departamento de Mecánica y Mecatrónica
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá, Colombia

Oscar Edwin Piamba Tulcán, M.Sc.
Facultad de Ingeniería
Departamento de Mecánica y Mecatrónica
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá, Colombia

Día a día en medio de muchos de nuestros procesos productivos se puede observar la necesidad creciente de generar operaciones cada vez menos nocivas con el medio ambiente. En el caso de la Refrigeración y el Aire Acondicionado se presenta una necesidad similar, basada en los efectos secundarios que algunas de las sustancias refrigerantes han presentado frente a la problemática de la capa de ozono. Años atrás, con la firma del protocolo de Montreal, se buscaron alternativas para disminuir las emisiones del ya conocido refrigerante R-12, el cual era el más utilizado en la industria y en aplicaciones domésticas. Para darle respuesta a esta necesidad DuPont, luego de varias investigaciones al respecto, sacó al mercado el HFC-134a, sustancia que podía reemplazar de forma menos nociva al R-12. Sin embargo, investigaciones recientes catalogan al HFC-134a como un refrigerante generador de efecto invernadero. En el presente artículo se estudian algunas sustancias que pueden reemplazar el HFC-134a, obteniendo resultados sobre sus

* Recibido : Agosto 2005
* Aceptado : Septiembre 2005

ASPECTOS BÁSICOS DE REFRIGERACIÓN PARA LA AGROINDUSTRIA

BASIC ASPECTS OF REFRIGERATION FOR THE AGROINDUSTRY

GERARDO CABRERA CIFUENTES¹, DEYANIRA MUÑOZ MUÑOZ²

PALABRAS CLAVES:

Refrigeración solar, radiación solar, transferencia de calor, refrigerador

KEY WORDS:

Solar refrigeration, solar radiation, heat transfer, refrigerator

RESUMEN

El presente trabajo expone los fundamentos más comunes en que se basan los sistemas de refrigeración solar para las aplicaciones agroindustriales.

ABSTRACT

The present work exposes the most common principles that the systems of solar refrigeration are based for agroindustrials applications.

INTRODUCCIÓN

Dos de las necesidades más relevantes de los países en desarrollo son el agua y la refrigeración porque se relacionan con la disposición de comida. Se estima que más de la mitad de la población mundial carece de suministro adecuado de agua y de alimentos. El problema continúa en aumento cuando extensos terrenos de cultivos se destinan al desarrollo de biocombustibles y en otros casos a surtir de combustibles.

Actividades como la producción de alimentos, la irrigación y la conservación de los alimentos son vitales en muchas regiones que tienen suficiente capacidad de producción pero los pierden por no aplicar soluciones sencillas, de fácil aplicación o por desconocer los principios del secado y la refrigeración solar.

Recibido para evaluación: Abril 7 de 2008. Aprobado para publicación: Julio 10 de 2008

1 Msc., Universidad del Valle

2 Msc., Universidad del Cauca. Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Depto. de Agroindustria.

Correspondencia: Gerardo Cabrera Cifuentes: email: gcabrera@univalle.edu.co, Deyanira Muñoz Muñoz: email: demunoz@unicauca.edu.co

Anexo 10:

Proyección de crecimiento para la producción de Mango en kg

AÑO	PERIODO	PRODUCCIÓN	X ²	Y ²	XY
2012	1	1100	1	1210000.00	1100.00
2013	2	1500	4	2250000.00	3000.00
2014	3	2000	9	4000000.00	6000.00
2015	4	2600	16	6760000.00	10400.00
2016	5	2750	25	7562500.00	13750.00
2017	6	2800	36	7840000.00	16800.00
2018	7	3000	49	9000000.00	21000.00
SUMATORIA	28	15750	140	38622500.00	72050.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11:

Proyección a seis años

AÑO	PERIODO	PROYECCIÓN A SEIS AÑOS
2019	8	$Y = 958 + 323 (8) =$ 3542
2020	9	$Y = 958 + 323 (9) =$ 3865
2021	10	$Y = 958 + 323 (10) =$ 4188
2022	11	$Y = 958 + 323 (11) =$ 4511
2023	12	$Y = 958 + 323 (12) =$ 4834
2024	13	$Y = 958 + 323 (13) =$ 5157

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12:

Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS		R134A
Formula química		CH ₂ F-CF ₃
Nombre químico		1,1,1,2- Tetrafluoroetano
Peso molecular	(Kg/Kmol)	102
Punto de ebullición	(°C)	-26.2
Punto de congelación	(°C)	-101
Temperatura crítica	(°C)	101.1
Presión crítica	(bar)	40.67
Densidad crítica	(Kg/l)	0.51
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/l)	1.206
Densidad del líquido (0°C)	(Kg/l)	1.293
Densidad del vapor (25°C)	(Kg/m ³)	32.25
Densidad del vapor (0°C)	(Kg/m ³)	14.41
Presión del vapor (25°C)	(bar)	6.657
Presión del vapor (0°C)	(bar)	216.4
Viscosidad del líquido (25°C)	(cP)	0.202
Presión superficial (25°C)	(mN/m)	7.9
Solubilidad del R134a en agua (%)	(%)	0.15
Capacidad volumétrica refig. (-25°)	(Kg/m ³)	1192.11
Inflamabilidad		No

Anexo 13:

Componentes del sistema de refrigeración

Cantidad	Componente	Modelo	Observación
02 Unid	Unidad condensadora	OP-KJZ019D49V	Ventilador 220v- 60Hz- 1Ph
01 Unid	Evaporador	F45HC 1312-E7	LUVE 220v 60Hz 1Ph
01 Unid	Válvula de Expansión	T2-1	Conexiones 3/8 - 1/2 - 1/4
02 Unid	Válvula de Solenoide	EVR 3	220v-60Hz-5W
02 Unid	Visor de Líquido	SGP 16s	Conexión flare 3/8
01 Unid	Filtro Secador	DML 0.63	Conexión roscado 3/8
01 Unid	Controlador Digital	EKC 102	220v 0.5amp relé
10 m	Tuberías	DIN EN 22	Cobre D E 3/8
10 m	Tuberías	DIN EN 22	Cobre D E 3/4
10 Unid	Codos de Cobre	Para soldar	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14:

Componentes del sistema de refrigeración

Cantidad	Componente	Modelo	Observación
5 Unid	Uniones de cobre	Para soldar	-
01 unid	Gas R 134a	freón	Botella 13 Kg
2	Manómetros	Alta y baja presión	-

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15:


Condiciones de funcionamiento del modelo OP-HJZ019D49V

Refrigerante:	R134a
Evaporating dew point temperature:	0.0°C
Presión de Evaporación	2.929 bar
Recalentamiento útil:	8.0°C
Recalentamiento adicional:	0°C
Temperatura del gas de retorno:	8.0°C
Temperatura Ambiente	35.0°C
Subenfriamiento	2.0°C
subenfriamiento adicional:	0.0°C
Condiciones nominales:	<i>Custom</i>
Required cooling capacity:	<i>6000 BTU/h</i>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16:

Características del filtro secador


Tipo	DML	
	0.63	
NS	4.76	
Kv [m^3/h]	0.1083	
DP [bar]	0.115	
DT_sat [°C]	0.5	
Velocidad, ent. [m/s]	1.20	
Capacidad de secado a 24.0 °C [kg]	2.909	
Capacidad de secado a 52.0 °C [kg]	2.739	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO DML 0.63		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: DIN-EN SS butt weld / DIN-EN SS 10 (3/8")	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17:

Características de la válvula de expansión

Tipo	T2 - 1
NS	10
Rango	N
Nominal capacity [BTU/h]	6714
Capacidad mín. [BTU/h]	1629
Carga [%]	92
DP [bar]	5.940
Velocidad, ent. [m/s]	0.19



CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO T2 - 1	
Refrigerante:	R134a
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h
Temperatura de evaporación:	0.0°C
Presión de evaporación:	2.929 bar
Recalentamiento útil:	8.0°C
Recalentamiento adicional:	0°C
Temperatura de descarga:	54.8 °C
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h
Temperatura de condensación:	35.0 °C
Presión de condensación:	8.868 bar
Subenfriamiento:	2.0 °C
Subenfriamiento adicional:	0 °C
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase</i>
Criterios de selección:	<i>Carga: 100 %. Caída de presión en el distribuidor: 0 bar</i>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18:

Características de la válvula solenoide

Tipo	EVR 3
NS	6
Kv [m ³ /h]	0.27
DP_100 [bar]	0
DP_min [bar]	0
Kv_calc [m ³ /h]	0.27
DP [bar]	0.018
DT_sat [°C]	0.1
Grado de apertura [%]	-
Carga [%]	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9	
Refrigerante:	R134a
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h
Temperatura de evaporación:	0.0°C
Presión de evaporación:	2.929 bar
Recalentamiento útil:	8.0°C
Recalentamiento adicional:	0°C
Temperatura de descarga:	54.8 °C
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h
Temperatura de condensación:	35.0 °C
Presión de condensación:	8.868 bar
Subenfriamiento:	2.0 °C
Subenfriamiento adicional:	0 °C
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase</i>
Criterios de selección:	<i>Velocidad: 1.00 m/s</i>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19:

Características del visor de líquido

Tipo	SGP 16s	
NS	15.88	
Kv [m^3/h]	4.58	
DP [bar]	0.000	
DT_sat [°C]	0.0	
Velocidad, ent. [m/s]	0.06	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ2022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 10 (3/8")	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20:

Características de las tuberías de cobre 3/4

Tipo	DIN-EN 16	
NS	22	
DP [bar]	0.005	
DT_sat [°C]	0.0	
DP [°C/m]	0.004	
Velocidad, ent. [m/s]	2.54	
Velocidad, sal. [m/s]	2.54	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de aspiración	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura de plata 5% DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4"). Longitud: 10.00 m	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21:

Características de las tuberías de cobre 3/8

Tipo	DIN-EN 8	
NS	8	
DP [bar]	0.032	
DT_sat [°C]	0.1	
DP [°C/m]	0.013	
Velocidad, ent. [m/s]	0.33	
Velocidad, sal. [m/s]	0.33	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 10 (3/8"). Longitud: 10.00 m	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22:

Controlador de temperatura - EKC 102

Diseñado para el control de temperatura y de desescarche con válvula solenoide o de arranque / parada del compresor.



Tensión de alimentación		230 V CA (115 V) +10/-15 % 1,5 VA	
Sensores	Pt 1000 o		
	PTC (1000 ohmios / 25°C)		
	NTC-M2020 (5000 ohmios /25°C)		
Precisión	Rango de medida		De -60 a + 99°C
	Controlador	± 1 K por debajo de -35°C	
		± 0,5 K de -35 a + 25°C	
		± 1 K por encima de +25°C	
	Sensor Pt 1000	± 0,3 K 0°C	
		± 0,005 K por grado	
Display	LED, 3 dígitos		
Entradas digitales	Señal desde las funciones de contacto		
	Requisitos para los contactos: recubrimiento dorado		
	Longitud de cable máx. 15 m		
	Uso de relés auxiliares cuando el cable es más largo		
Cables de conexión eléctrica	Cable multifilar de 1,5 mm² de sección máx. para alimentación y relés		
	Máx. 1 mm² en sensores y entradas DL		
	Los terminales están montados en el circuito impreso.		
Relés*		CE (250 V CA)	UL** (240 V CA)
	DO1. refrigeración	10 (6) A	10 A (resisitiva) 5FLA, 30LRA
	DO2. Alarma / Desescarche/ Refrigeración	10 (6) A	10 A (resisitiva) 5FLA, 30LRA

	DO3. Ventilador	6(3) A	6 A (resistiva) 3FLA, 18LRA 131 VA Función piloto
Condiciones de ambiente	De 0 a +55°C, durante el funcionamiento		
	De -40 a +70°C, durante el transporte		
	20-80 % HR, sin condensación		
	Sin golpes ni vibraciones		
Protección	IP 65 desde la parte delantera.		
	Los botones y el embalaje están integrados en la parte frontal.		
Homologaciones	Cumple la Directiva UE de baja tensión y los requisitos de compatibilidad electromagnética en relación con el marcado CE.		
	Cumple la Directiva de baja tensión según EN 60730-1 y EN 60730-2-9, A1, A2		
	Cumple la directiva de compatibilidad electromagnética según EN 50082-1 y EN 60730-2-9, A2		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23:

Componentes de la cámara de refrigeración

Cantidad	Componente	Descripción
09 Unid	Paneles de poliuretano	110 m x 5m x 0.10m
12 Unid	Ángulos de aluminio	de 2"x 2" x 1/16"
04 Unid	Perfil U de aluminio	4" x 236"
20m	Cortina de lamas	200mm transparente
60 Unid	Tarugos	de 3/8 x 1/2
60 Unid	Tornillo tirafon	de 1/4 "x 1 "
06 Unid	Silicona color blanco	200ml
04 Unid	Perno esparrago	de 3/8" inoxidable x 39"
16 Unid	Tuerca	de 3/8" inoxidable
16 Unid	Anillo plano	de 3/8 "inoxidable
02 Unid	Equipo fluorescente	220v-60Hz-36W
04 Unid	Bisagras	4 "

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23:

Costos de los componentes del sistema de refrigeración

COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN				
Cantidad	Medida	Componente	Costo unitario S/	Costo Total S/
2	Unid.	Unidad condensadora	S/.5,200.00	S/.10,400.00
1	Unid.	Evaporador	S/.3,900.00	S/.3,900.00
1	Unid.	Válvula de expansión	S/.150.00	S/.150.00
2	Unid.	Válvula Solenoide	S/.210.00	S/.420.00
2	Unid.	Visor de Liquido	S/.50.00	S/.100.00
2	Unid.	Filtro secador	S/.45.00	S/.90.00
1	Unid.	Controlador Digital	S/.370.00	S/.370.00
10	Metro	Tuberías	S/.4.70	S/.47.00
10	Metro	Tuberías	S/.16.50	S/.165.00
1	Unid.	Gas R 134a	S/.220.00	S/.220.00
10	Unid.	Codo de cobre	S/.4.00	S/.40.00
5	Unid.	Unión simple de cobre	S/.2.00	S/.10.00
2	Unid.	Manómetros	S/.50.00	S/.100.00
TOTAL				S/.16,012.00

Elaboración propia

Anexo 24:

Costos de la estructura de la cámara de refrigeración.

COMPONENTES DE LA CAMARA				
Cantidad	Medida	Componente	Costo unitario	Costo total
9	Unid	Paneles de poliuretano	S/.925.00	S/.8,325.00
12	Metros	Ángulos de aluminio	S/.35.00	S/.420.00
4	Unid	Perfil U de aluminio	S/.45.00	S/.180.00
20	Unid	Cortina de lamas	S/.10.00	S/.200.00
60	Unid	Tarugos	S/.0.30	S/.18.00
60	Unid	Tornillo tirafon	S/.0.40	S/.24.00
6	Unid	Silicona color blanco	S/.8.00	S/.48.00
4	Unid	Perno esparrago	S/.15.00	S/.60.00
16	Unid	Tuerca	S/.0.60	S/.9.60
16	Unid	Anillo plano	S/.0.40	S/.6.40
2	Unid	Equipo fluorescente	S/.50.00	S/.100.00
4	Unid	Bisagra	S/.10.00	S/.40.00
TOTAL				S/.9,431.00

Elaboración propia

Anexo 25:

Costos de la mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA				
Días	Medida	Componente	Costo Diario S/	costo total
5	8 horas x día	Responsable	S/.200.00	S/.1,000.00
5	8 horas x día	Ayudante 1	S/.150.00	S/.750.00
5	8 horas x día	Ayudante 2	S/.150.00	S/.750.00
5	8 horas x día	Ayudante 3	S/.150.00	S/.750.00
TOTAL				S/.3,250.00

Elaboración propia

Anexo 26:

Costo total

Componentes del sistema de refrigeración	S/.16,012.00
Componentes de la cámara	S/.9,431.00
Costo de mano de obra	S/.3,250.00
Imprevistos (3%)	S/.860.00
TOTAL	S/.29,553.00

Elaboración propia



Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo, **Diaz Vargas Ronal**, egresado de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a Tesis titulado:


“DISEÑO DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN PARA MEJORAR LA CONSERVACIÓN DE MANGO EN LA EMPRESA TONGORRAPE – LAMBAYEQUE”

Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 18 de noviembre de 2021.

Diaz Vargas Ronal	
DNI: 73642244	
ORCID: 0000-0002-2542-7321	